

## 水中テレビロボットによる瀬戸内海での海底地質調査

### Application of the remotely operated TV vehicle to make geological maps of the Seto Inland Sea

鈴木茂之 (Shigeyuki Suzuki) \*

稲田孝司 (Takashi Inada) \*\*

Submarine geological survey using the remotely operated TV vehicle (RV100), was carried out in 4 offshores of the Seto Inland Sea in Kagawa Prefecture. The study areas are west of Kosei Island of Sakaide City, south of Okado-bana of Nankai Town, west of Misaki of Takuma Town and north of Nou-Misaki of Sakaide City. TV vehicle transmits clear pictures of bottom of the sea to the monitor on board. The submarine geology of the study areas are composed of Cretaceous granitic basements and Quaternary sedimentary covers. By using these pictures Recent and Pleistocene deposits could be distinguished and lithology of sediments could also be identified. Lithology of sediments was however difficult to identify using the usual sonic prospecting method. Furthermore, pictures suggesting that ripples are just forming have been obtained. The TV vehicle is convenient in submarine survey, because it can travel much longer and deeper than human diver. A new method of mapping submarine geology using TV vehicle was developed.

**Keywords:** Submarine geology, the Seto Inland Sea, remotely operated TV vehicle

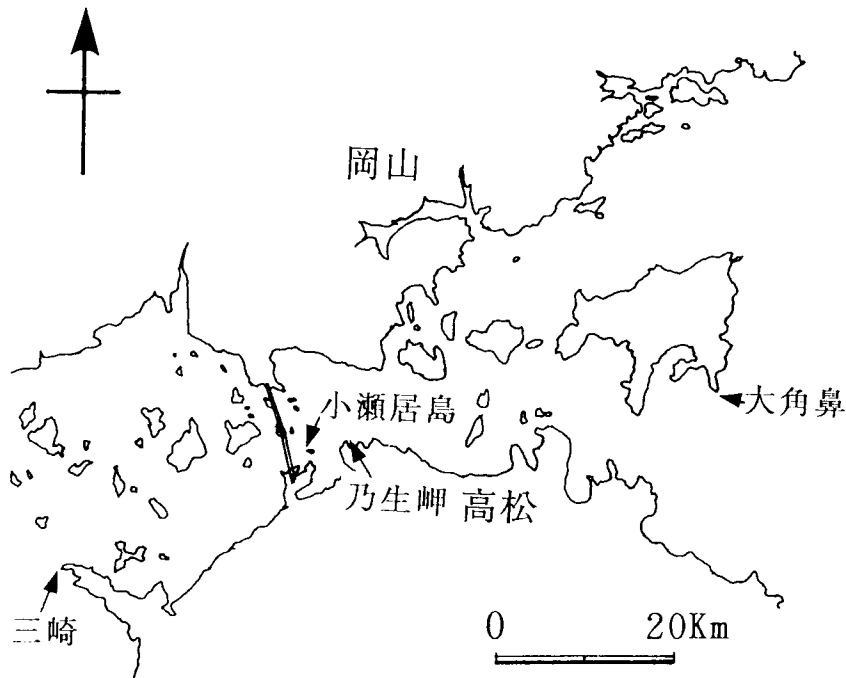
#### I. はじめに

瀬戸内海は島の多いほぼ東西に伸びる内海である。幅が数10Km程度あるにもかかわらず、水深は一般に20~30mと浅い。氷河時代のように海水準が下がった時代には広大な平野が広がっていたことが推測されるが、数万点に及ぶ極めて多数の大型哺乳類化石が漁網等によって海から引き上げられることは、その平原が動植物にあふれたいへん豊かであったことを示している。これらの化石は考古学的には旧石器時代のものであることから、筆者のうち稲田は現在

の瀬戸内海海底には旧石器時代の遺跡が埋没している可能性が十分あると考え、遺跡発掘の予備調査として、海底調査を計画した。調査は大型哺乳類化石を多産する海域を水中テレビロボットから送られてくる映像にもとづいて行った。その結果、遺跡や大型哺乳類化石は直接観察できなかったが、海底における地形や地質の特性、海底での碎屑物の運搬・堆積作用及び海底地質調査の方法に関して新しい知見が得られたのでここに報告する。

\* 岡山大学理学部地球科学科, 〒700 岡山市津島中3-1-1

\*\* 岡山大学文学部史学科, 〒700 岡山市津島中3-1-1



第1図 調査海域位置図

## II. 調査方法

調査に使用したのは水中テレビロボットMITUI RTV-100である。これは150mのケーブルを持つ動力付きのビデオカメラで、リモコン操作によって水中を泳いで移動でき海底の映像を船上のモニターに送ってくる。さらに装備されているカメラによって船上から写真のシャッターをきることができる。この操作にはケーブルを調整する係と画像を見ながら操縦する係の2人のオペレーターが必要である。画面には水深と方位が表示される。コンパスによって簡易測量することによって沿岸海域地形図上におよその調査位置をとることができる。今回の調査においては国土地理院発行の2万5千分の1沿岸海域地形図を拡大して1万分の1の地形図にしたものを使用した。この地形図上に記載することによって陸上の野外調査で作成するものと同様のルートマップを作ることができる。

## III. 地質概要

瀬戸内海の海域地質についての調査は本四架橋建設によって特に香川県岡山県の海域で進み、その成

果の一部が本座ほか(1970)、坂東ほか(1978ab)によって公表された。そのほか建設省国土地理院が行った一連の沿岸海域基礎調査(国土地理院, 1983abc)がある。これらによる海底地質の調査方法は、まづ海底ボーリングによって得られた試料から層序をたて、それを音波探査によって得られた記録パターンの特徴による地層区分に対比して地層の水平的連続を追うというボーリング調査と物理探査を応用したものである。

瀬戸内海海底には第四紀(鮮新世を含む)の地層が広く分布するが、以上の研究によるとこれらは

大きく3つに区分できる。下位より大阪層群最下部層と下部層に相当する鮮新世から更新世前期の三豊層群、哺乳類化石を多産する更新世前期から中期の沙弥島層、更新世後期から完新世の大槌層(狭い範囲に分布)と中ノ瀬層からなる(本座ほか, 1970)。これらの基盤には一部中新統が存在するが、ほとんどは領家帯の変成岩類や花崗岩類及び山陽帯の花崗岩類である。

調査海域はこれまで多数の哺乳類化石の産出が報告されている、香川県坂出市小瀬居島西方海域、同県小豆島内海町大角鼻南方海域、同県坂出市乃生岬北方海域、同県詫間町三崎西方海域で、いずれも地形的には海釜周辺である。

## IV. 海底地質

### 1. 小瀬居島海域

小瀬居島西方の潮流によって侵食された斜面で調査を行った。水中テレビロボットによってできたルートマップ(第3図)をもとに地質図(第4図)を作成した。この海域には岩石が広く露出しているのが特徴で調査範囲には哺乳類化石を含む地層は見い

地質時代			本座ほか (1970)	坂東ほか (1978)	国土地理院 (1983)	化石
第四紀	完新世		中ノ瀬層 上部	番ノ州層 上部	A <sub>1</sub>	ナウマンゾウ  トウヨウゾウ  メタセコイア  スギヤマゾウ
	更新世	後期	中ノ瀬層 下部	番ノ州層 下部	A <sub>2</sub>	
			大槌層	槌ノ戸瀬層	A <sub>3</sub>	
		中期	沙弥島層 上部	大槌島層 上部	D <sub>1</sub>	
			沙弥島層 下部	大槌島層 下部	D <sub>2</sub>	
		前期				
第三紀	鮮新世		三豊層群	三豊層群	T	

第2図 瀬戸内海海底に分布する地層と時代

だせなかった。白亜紀の領家帯の岩石と完新世の堆積物からなる。

領家帯の岩石は小瀬居島に露出しており片麻岩と花崗岩からなる。片麻岩は石英に富むレイヤーと黒雲母に富むレイヤーに分化して互層しているが、前者は級化層理のような下限面がシャープで上限面がはっきりしない産状をなす。これらは軸が東西方向で軸面が北に傾斜した過褶曲をなしており、軸面に平行に板状鉱物の定向配列が認められる。海中の露頭では片麻岩と花崗岩の区別は明確にできないが粗粒な結晶からなることは認められる。

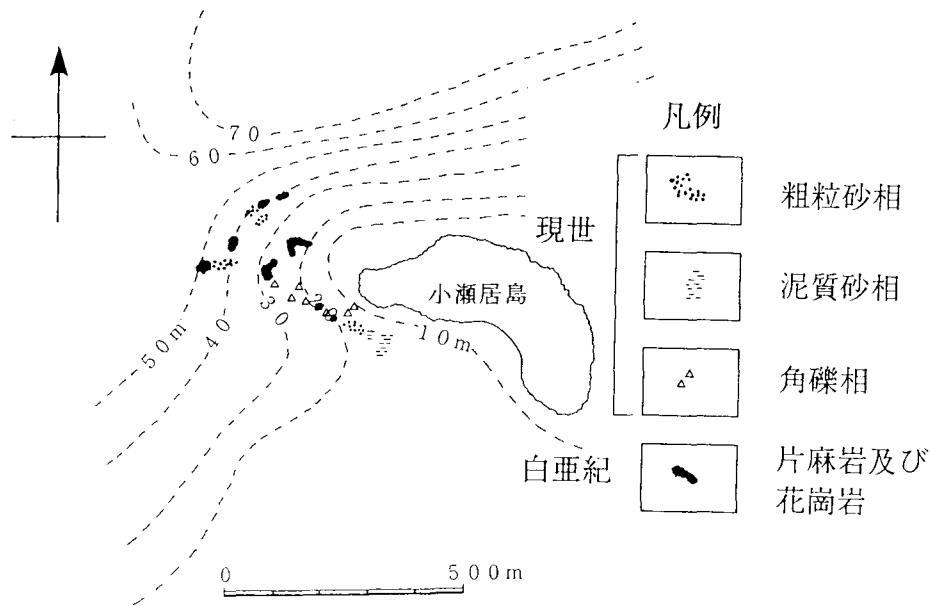
完新世の堆積物は角礫相、粗粒砂相、泥質砂相に区分できる。角礫相は大礫サイズの角礫と砂からなり、これらの角礫はおそらく嵐等の際に崩落したも

のと考えられる。一部で粗粒砂相に覆われる。粗粒砂相は粗粒な砂に細礫を伴うが淘汰は良い。貝殻を多く含む。泥質砂相は小瀬居島南方の内湾状の浅い海域に分布している。ロボットのスクリーで簡単に泥が舞い上がる。粗粒砂相と泥質砂相は現在の瀬戸内海海底の最上部を構成する中ノ瀬層上部に属すると考えられる。

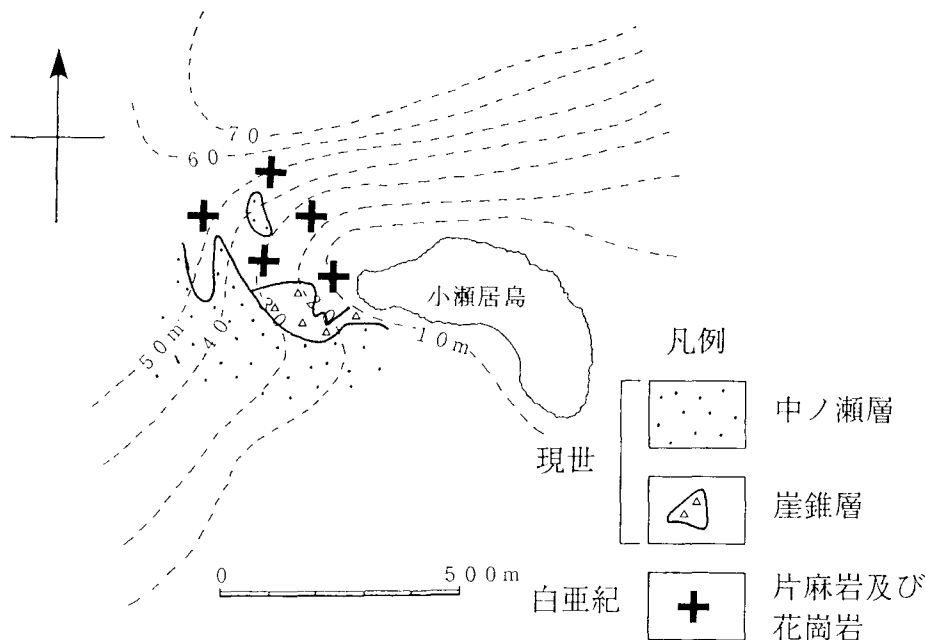
## 2. 大角鼻海域

大角鼻南方を東西に伸びる海釜の陸側斜面を中心に調査し、ルートマップ（第5図）と地質図断面図（第6図）を作成した。領家帯の花崗閃緑岩、更新統と考えられる地層、完新統からなる。

花崗閃緑岩は海底では露岩として認められる。水中ビデオカメラでは花崗閃緑岩が花崗岩や片麻岩か



第3図 小瀬居島海域のルートマップ



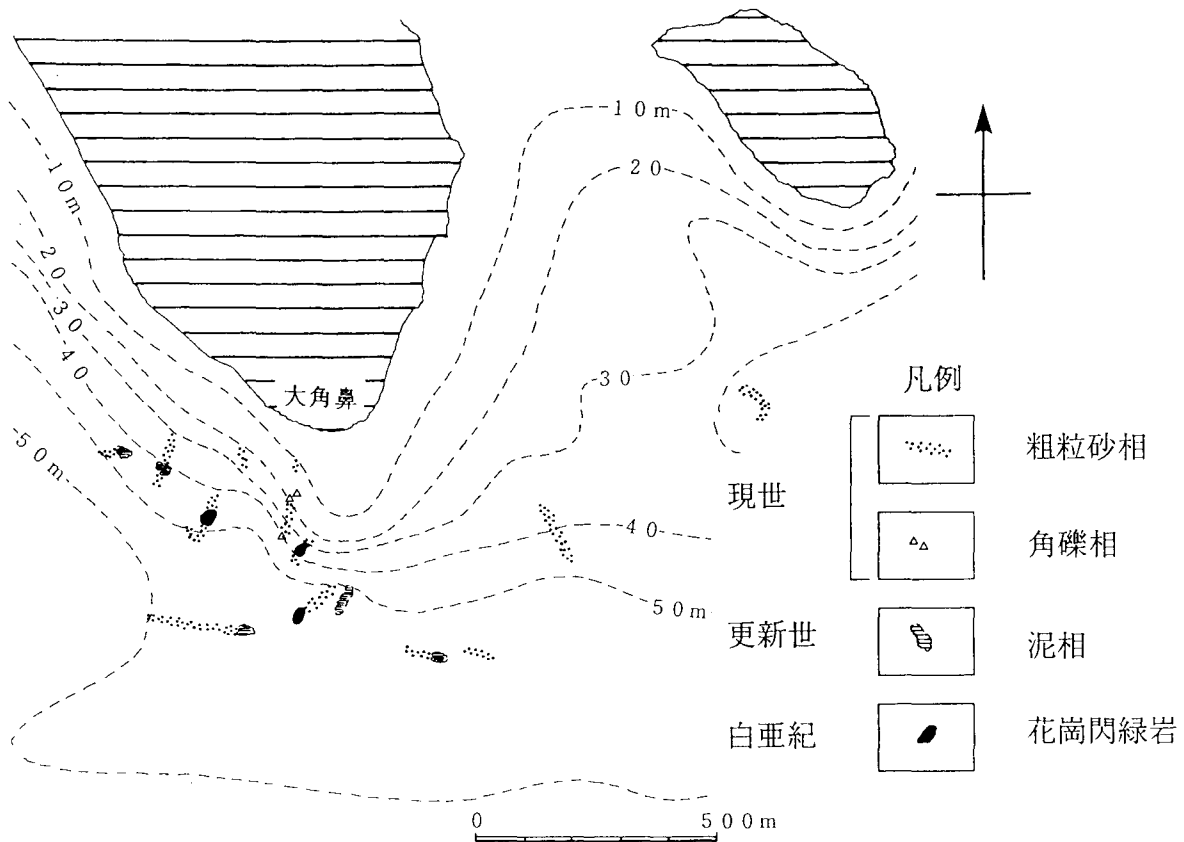
第4図 小瀬居島海域の海底地質図

の区別は困難であるので、大角鼻付近に露出する花崗閃緑岩が連続していると推定した。陸から海釜に至る斜面の一部に露出している。

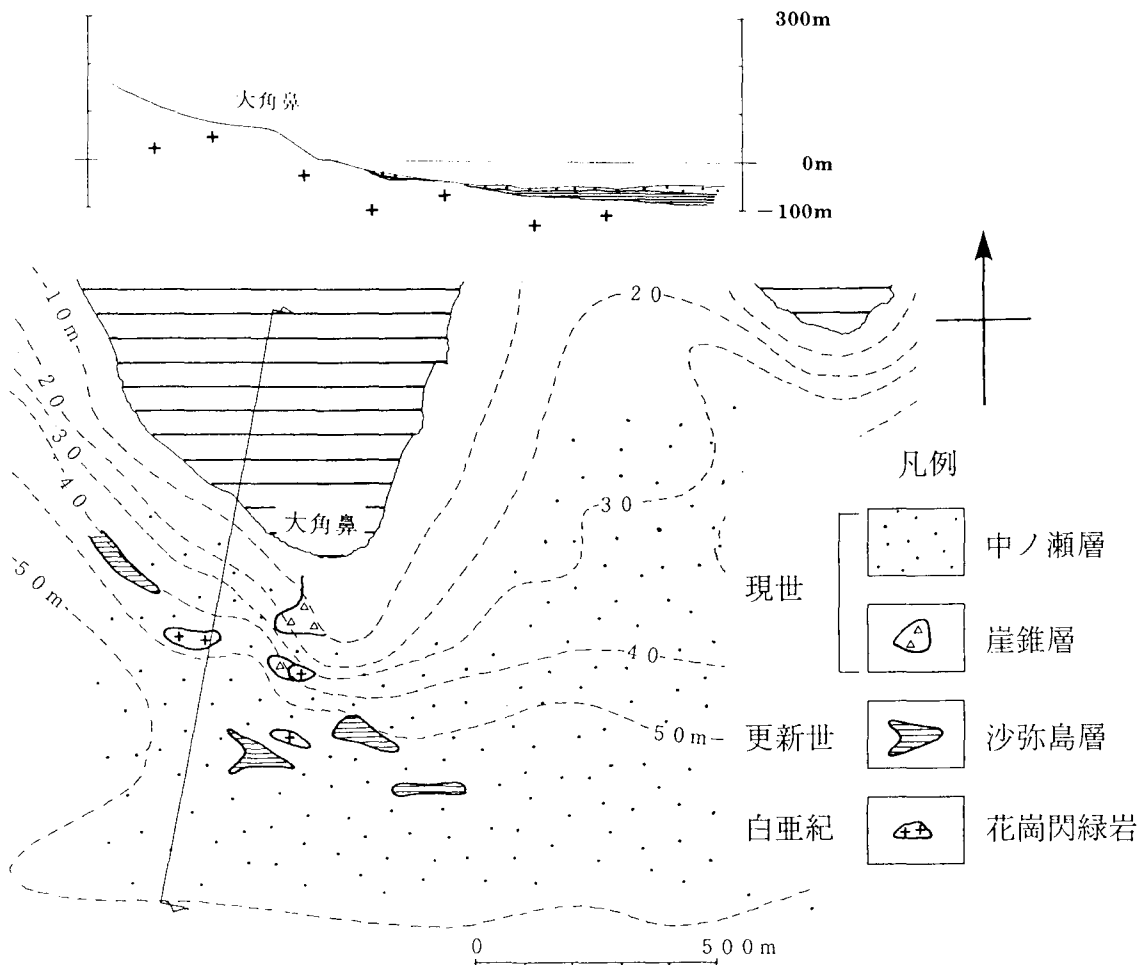
更新統と考えられる地層は陸から海釜に至る斜面と海釜の底の一部に露出しているのが認められた。水中ビデオカメラの観察では砂質な泥と考えられる。潮流がはやい所でも砂や泥が動かないこと、ロボットにつけた細い棒で露頭を刺してもほとんどめりこまないことから締まっていると判断でき、潮流による運搬・堆積を繰り返す現世の砂泥とは区別される。この海釜付近で哺乳類化石が漁網で引き上げられて

いることから、この地層は沙弥島層に相当するものと推定される。

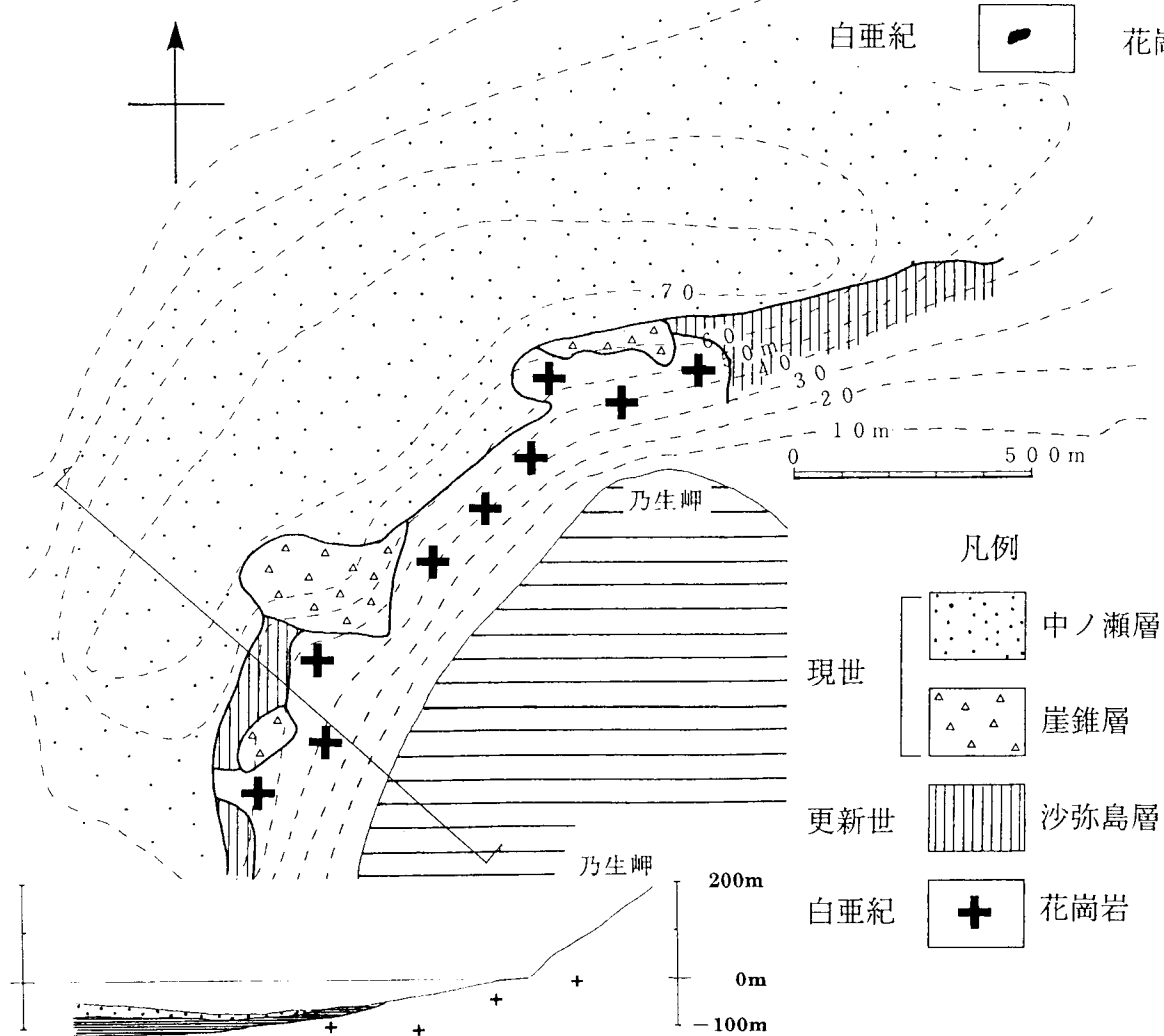
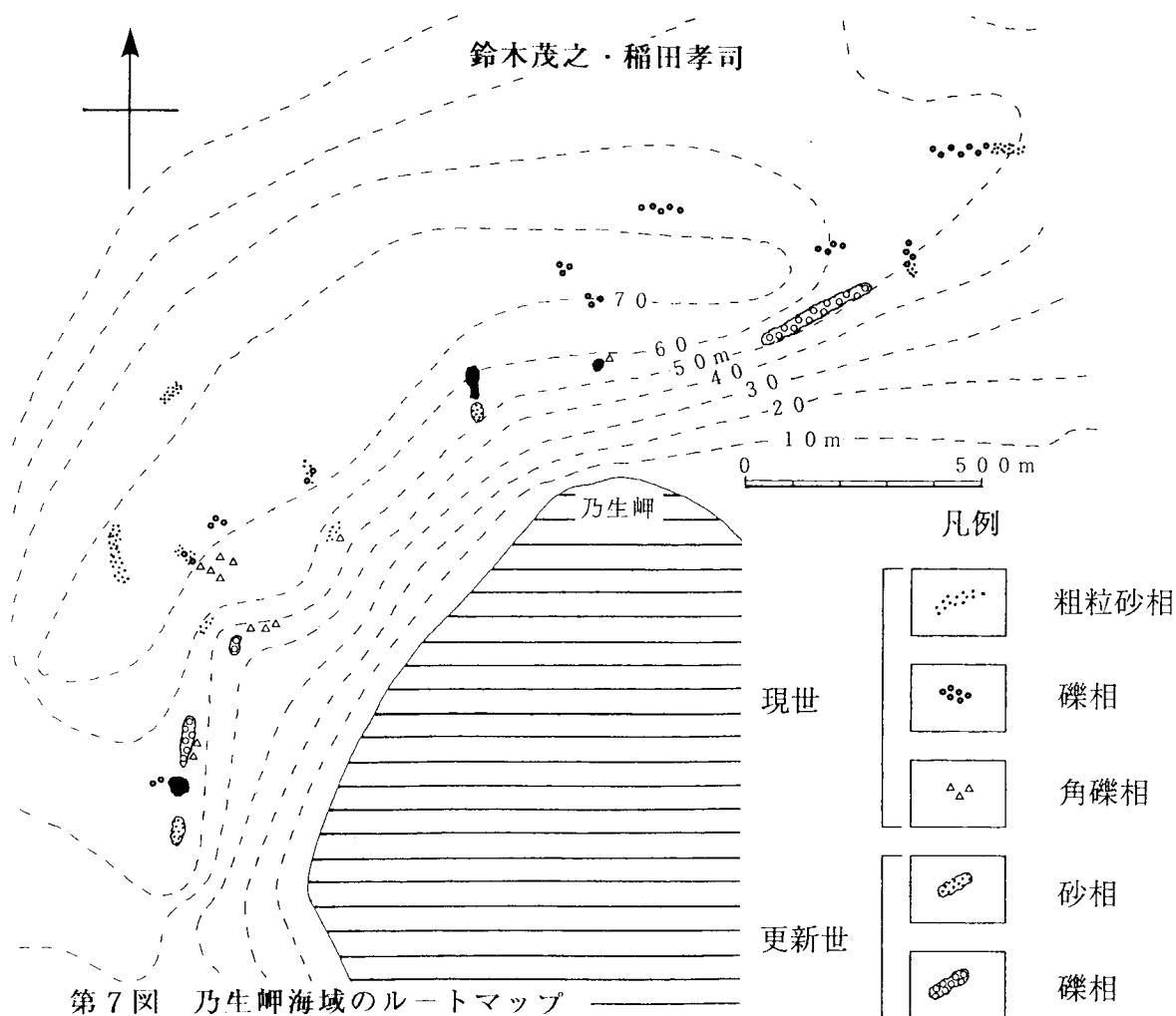
完新世の堆積物は角礫相と粗粒砂相からなり後者の分布は広い。角礫相は主に角礫からなり、大角鼻南の比較的傾斜が急な斜面に分布する。粗粒砂相は淘汰の良い粗粒な砂からなり貝殻を多く含む。大角鼻東のサンドウエーブ状の水深30~40mの高まりを構成して広く分布する。ここではリップルマークが発達しており北東から南西への堆積物の移動が認められる。リップルマークの形態はAllen (1968) によるうねり状 (sinuous) で隆起部のラインが平行的



第5図 大角鼻海域のルートマップ



第6図 大角鼻海域の海底地質図及び断面図



でないout of phaseにあたる。

### 3. 乃生岬海域

乃生岬の北方から西方に伸びる海釜の陸側斜面を中心に調査し、ルートマップ（第7図）と地質図断面図（第8図）を作成した。領家帯の花崗岩、更新統と考えられる地層、完新統が分布する。

花崗岩は露岩として認められ陸側の斜面に分布する。更新統と考えられる地層は海釜の陸側斜面のうち、水深60～40m付近に露出している。礫相と砂相からなる。礫相は主に礫径が2～3cmで円礫から垂円礫で構成され、大礫を含むことがある。基質の砂は少なく、所々現世の粗粒な砂が覆ったり礫の間に入り込んだりする。露頭の表面の礫をロボットで押すと礫が動くことが多いが、礫の表面には大きなフジツボがつき潮流によって移動せずその位置に留まっていることがわかる。フジツボが付いた礫を引き上げることができ、このフジツボが現在生きており海中に棲息するタイプであることがわかった。砂相も強い潮流によっても表面の砂は動かず、短い藻のようなものが生えていることが多い。以上のようにこれらの堆積物は現在潮流によって移動を繰り返している完新世の地層ではなく、沙弥島層に相当すると考えられる。

完新世の堆積物は角礫相と砂相・礫相からなる。角礫相は傾斜が比較的急な斜面に分布している。砂相は海釜の底から沖合い側のサンドウェーブにかけて分布する。一方、礫相は海釜の底から陸側に分布する。砂相の砂は粗粒で淘汰がよく貝殻を多く含む。礫相はサラサラした貝殻を伴う粗粒砂に、2～3cm時に大礫サイズの円礫から垂円礫を含む。礫にはフジツボがつく等して頻繁に移動する様子はなく、おそらく付近のより浅い所に露出している更新統の礫相から転がってきたものと考えられる。砂相と礫相は中ノ瀬層上部に相当すると推定できる。

### 4. 三崎海域

西に突き出た三崎の先端を開むようにできている

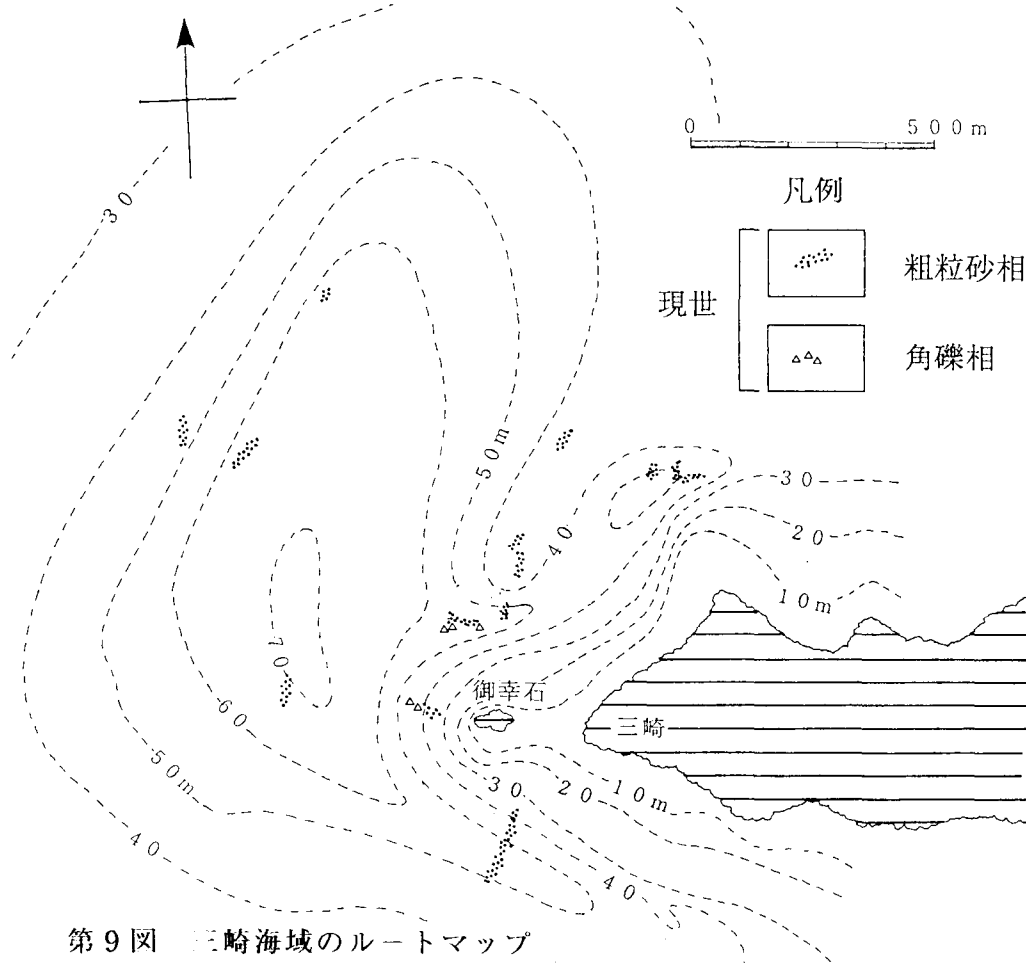
海釜の周辺を調査し、ルートマップ（第9図）と地質図（第10図）を作成した。領家帯の変成岩及び花崗岩のほかは完新統の堆積物が広く分布し、更新統と考えられる地層の露頭は見いだせなかった。

領家帯の岩石と完新統の角礫相は陸側の斜面の一部に分布している。その他海釜から沖合い側は完新統の砂相が分布する。砂相はこれまで述べてきた海域の砂相と同様なもので潮流によって砂粒が移動しているところが観察できた。第11図に示されるように、1993年に調査した際の水深と1978年測定の沿岸海域地形図におけるそれとは一部が大きく異なっていることから、10数年の間に砂が移動することによって地形が変化していることがわかる。また海釜に入り込む谷状の部分や海釜に張り出すサンドウェーブ状の部分でリップルマークが発達しているのが認められた。いずれも水深が50m前後でAllen (1968) による、straight（直線状）、sinuous（うねり状）、catenary（懸垂状）、linguoid（舌状）のものが認められた。また潮流は強く、粗粒な砂も移動してリップルが成長していく過程が実際に観察できた。これは隆起部の高さが30cm程度でリップル長が数mと大型のものでsinuousな形態をなしリップルのstoss side（上流側）にさらに小型のリップルマークを伴っていた。

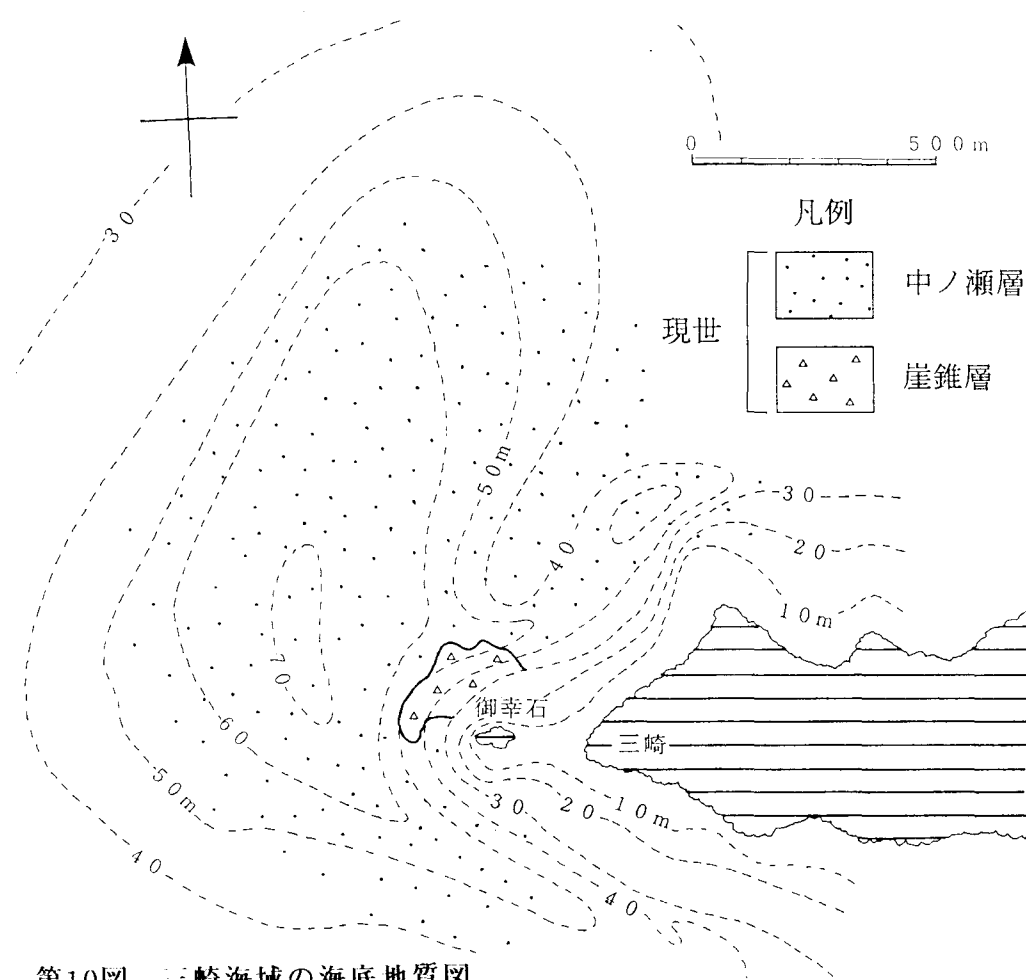
## V. まとめ

水中テレビロボットを利用した海底調査によって考古学試料や哺乳類化石を見いだすことはできなかったが、海底地質や海底地形について次のような知見を得ることができた。

まづ本調査によって得られた主要な成果は水中テレビロボットを利用して海底地質調査を行うことができたことである。これによって陸上で行うようなルートマップの作成と、それにもずく地質図の作成が可能であることがわかった。これまでの音波探査と海底ボーリングによる海底地質図と比較すると、ロボットによる方法では海底面以深の地下の地質に

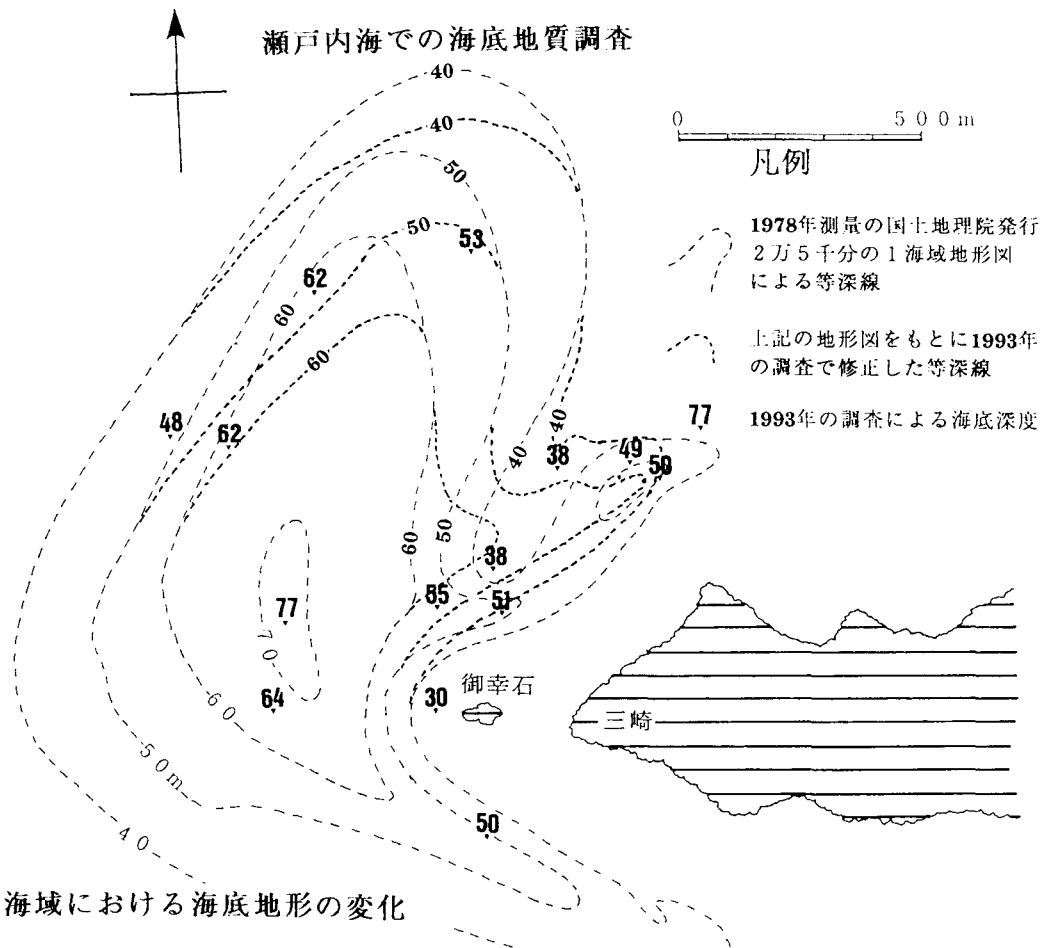


第9図 三崎海域のルートマップ



第10図 三崎海域の海底地質図





第11図 三崎海域における海底地形の変化

については劣るが、海底表層部の地質ではより細かい分布を追うことができる。ただ海底表層の試料を採取できないので地層の細かい観察が十分でないという課題がある。

次に意義のある成果は現世堆積物の運搬・堆積過程を直接観察できたことである。調査海域は海浜から沖合いにかけての範囲にあたるが、瀬戸内海の堆積作用からみた特徴は、陸からの堆積物の供給が比較的多いことと強い潮流があることである。完新世中ノ瀬層上部の粗粒砂からなる層が瀬戸内海の海底を広く覆っていることは知られていたが、これがどのように堆積しつつあるのかは報告がない。今回の調査で、海釜の形が変わったりサンドウエーブが移動していることが確認されたことから、砂が移動・再堆積を繰り返しているといえる。サンドウエーブではリップルマークがよく発達しており、その形態やリップルが形成されつつある場面を録画することもできた。これらは水深数10mの海底で観察しており、ダイバーでも容易に観察できないことから、沖合いの堆積相の実例として重要である。

## 引用文献

- Allen, J.R.L. (1968): *Current Ripples*. North-Holland, Amsterdam.
- 坂東祐司・斎藤 実・高橋幸蔵(1978a): 備讃瀬戸海底の地質学的研究—その1—海底地形と周縁および島嶼部の地質. 香川大学教育学部研究報告, II, 28, 1, 9-20.
- 坂東祐司・斎藤 実・高橋幸蔵(1978b): 備讃瀬戸海底の地質学的研究—その2—備讃瀬戸海域の海底地質. 香川大学教育学部研究報告, II, 28, 1, 21-41.
- 本座栄一・加賀美英雄・奈須紀幸(1970): 備讃瀬戸の地質. 海洋地質, 6, 12-33.
- 国土地理院(1983a): 玉野地区, 沿岸海域基礎調査報告書.
- 国土地理院(1983b): 高松・草壁地区, 沿岸海域基礎調査報告書.
- 国土地理院(1983c): 仁尾地区, 沿岸海域基礎調査報告書.